

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-206443

(43)公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 P 3/36

G 0 1 P 3/36

C

G 0 6 T 1/00

G 0 6 F 15/62

3 8 0

7/20

15/70

4 0 0

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平9-8563

(22)出願日 平成9年(1997) 1月21日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 大塚 和弘

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 堀越 力

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72)発明者 鈴木 智

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

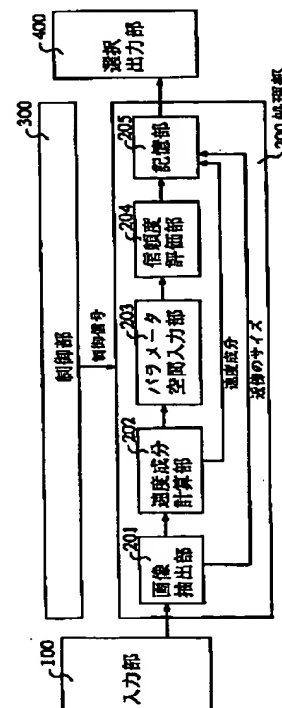
(74)代理人 弁理士 若林 忠

(54)【発明の名称】 時系列画像速度計測方法および装置

(57)【要約】

【課題】 時系列画像中の対象物体の動きの計測において、開口問題を回避し、安定かつ正確に速度成分を計算する。

【解決手段】 画像抽出部201は、入力部100から時系列画像を入力し、時系列画像中の任意の注視点を中心とする近傍を、制御部300から指示されたサイズの注視範囲をもつボリュームの時空間画像として抽出する。速度成分計算部202は抽出された時空間画像を入力とし、ハフ変換を用いて速度成分を計算する。パラメータ空間入力部203は、速度成分計算部202において、ハフ変換により得られたパラメータ空間を入力する。信頼度計算部204は、パラメータ空間内対象物体の信頼度を計算する。記憶部205は抽出された注視範囲のサイズ、速度成分、信頼度を記憶する。選択出力部400は各サイズでの信頼度に基づき速度を決定する。



Express hair 9n 505 106 789 US

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 速度計測の対象物体となる画像の位置、時刻を中心とする近傍のサイズを可変とし、複数のサイズの注視範囲について対象物体の速度成分を計算し、パラメータ空間の分布から速度成分の信頼度を求め、各々のサイズの注視範囲に対する信頼度に基づき最適な注視範囲サイズを自動的に選択し、そのときの速度成分を出力する時系列画像速度計測方法。

【請求項 2】 投票を用いて前記速度成分を計算する、請求項 1 記載の時系列画像速度計測方法。

【請求項 3】 時系列画像中の対象物体の速度成分を求める速度成分計算手段と、

時系列画像中の対象物体の速度成分を求める過程において得られるパラメータ空間を入力するパラメータ空間入力手段と、

前記パラメータ空間入力手段により入力されたパラメータ空間から前記速度計算手段で得られた速度成分の信頼度を求める信頼度評価手段と、

動き計測の対象の画像位置、時刻を中心とした近傍の画像範囲のサイズおよび時間範囲のサイズを変化させ、複数のサイズの注視範囲について、それぞれ前記速度成分計算手段により速度成分を計算させ、前記パラメータ空間入力手段、前記信頼度評価手段により速度の信頼度を計算させる制御手段と、

前記制御手段により得られた、異なるサイズをもつ複数の注視範囲に対応する速度成分の信頼度の値に基づき、最適な注視範囲のサイズと、そのときの速度成分を自動的に選択し、出力する選択出力手段を有する時系列画像速度計測装置。

【請求項 4】 前記速度成分計算手段は投票を用いて前記速度成分を求める、請求項 3 記載の時系列画像速度計測装置。

【請求項 5】 前記速度成分計算手段は、対象物体の移動により時空間画像中に生じる運動軌跡に接する複数の接平面がつくる交線の傾きから対象物体の速度成分を求める請求項 3 または 4 記載の時系列画像速度計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビデオカメラや気象レーダー装置やリモートセンシングなどにより得られる時系列画像中の対象の認識のための技術に関し、特に時系列画像中の対象物体の動きをハフ変換（または投票と呼ぶ）を用いて計測する時系列画像速度計測方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】人、交通などの監視や製造工程の制御、気象などの自然現象の解明や予測への応用などにおいて、時系列画像の認識処理を用いた高度化、効率化が望まれている。

【0003】従来、時系列画像から対象の動きを計測す

る方法として投票（たとえばハフ変換）を用いた方法がある（特願平 9-3116 号）。その一例として、時系列画像を時間方向に積層した時空間中に現れる運動軌跡の傾きをハフ変換により検出することで速度を求める方法がある。この方法はハフ変換により、時空間画像を対象物体の速度成分（速度の方向と大きさ）を表現するパラメータ空間に変換し、そのパラメータ空間中の分布のピークを検出し、その座標値から対象物体の速度成分を求めている。この手法には、ノイズやオクルージョンに対してロバストに速度成分が得られるという利点がある。しかし、この方法を適用する場合、速度の計測の対象となる画像位置と時刻（注視点と呼ぶ）を設定し、その着目する画像位置と時刻の近傍（注視範囲と呼ぶ）にある時空間画像を入力として与えるため、その注視範囲の画像範囲のサイズ、および時間範囲のサイズを先立って決定する必要があり、従来は、このサイズを経験的に人手で与えていた。

【0004】しかし、注視範囲の最適なサイズは、対象物体やその動きの性質に依存し、同じ画像中でも場所や時間において異なり、この設定が不適切な場合には、測定された速度成分の信頼性が損なわれるという問題があった。

【0005】また、時系列画像からの動き計測においては避けられない開口問題（aperture problem）がある。その例として図 5 を用いて説明する。図 5 は、画像範囲より大きい物体が移動する場合の例であり、物体の一部が直線状のエッジとして画像中に現れている。いま、この 2 つのフレームの画像から対象物体の速度を計測したいが、フレーム 1 の中のエッジ上の一点 P についてのフレーム 2 の中で対応点が一意に定まらないように、対象物体の速度には v_1 、 v_2 、 \dots など多くの可能性があり、この 2 つのフレームの画像からは対象物体の速度を一意に決定することができない。このように、速度を一意に決定するために必要な情報が入力される画像範囲、時間範囲（注視範囲）内に不十分であるときに生じる問題を開口問題と呼んでいる。

【0006】この開口問題を避けるために必要な注視範囲のサイズは対象やその動きの性質に依存し、同じ画像中でも場所や時間において異なる。しかし、従来のハフ変換を用いた方法においては、人手によりこのサイズを与えていたため、設定が不適切になる場合があり、その場合、開口問題が生じ、正確な速度成分が求められないという問題があった。また、これまでのハフ変換を用いた方法では、得られた速度成分が開口問題の影響を受けているか否かの判定ができず、対象によっては安定した速度を求めることができないという問題があった。

【0007】また、予め開口問題を回避するために、注視範囲のサイズを大きくとる場合、同じ注視範囲に含まれる対象物体の速度の大きさや方向にばらつきが出てしまう可能性があり、計測される速度の精度が低下した

り、また計算量が増大したり、速度計測の空間的、時間的解像度が低下してしまうという問題もある。

【0008】このように、速度計測の対象の性質が時間や場所により変化するような環境下では、注視範囲のサイズの決定が困難であり、本来、ハフ変換（投票）を用いる方法が有するノイズやオクルージョンへのロバスト性というような優れた性能が発揮できなくなるという問題がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】投票（例えばハフ変換）を用いた時系列画像中の対象物体の移動速度成分（速度の大きさ・方向）を求める方法および装置において、従来の方法では、ある画像位置、時刻の速度計測に必要な画像範囲、時間範囲（注視範囲）のサイズを人手で設定する必要があり、その設定が不適切である場合、計測される速度成分の信頼性が損なわれ、特に開口問題などが生じる場合には正しい速度成分が求められないという問題があった。

【0010】本発明の目的は、時系列画像中の対象物体の動き計測において、最適な注視範囲と速度成分を自動的に選択でき、開口問題を回避し、安定かつ正確に速度成分を計算することのできる時系列画像速度計測方法および装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の時系列画像速度計測方法は、速度計測の対象物体となる画像の位置、時刻（注視点）の近傍の注視範囲のサイズ（画像範囲、時間範囲）を可変とし、複数のサイズの注視範囲について対象物体の速度成分（速度の大きさ、方向）を計算し、パラメータ空間の分布から速度成分の信頼度を求め、各々のサイズの注視範囲に対する信頼度の値に基づき最適な注視範囲サイズを選択し、そのときの速度成分を出力する。

【0012】また、本発明の時系列画像速度計測装置は、時系列画像中の対象物体の速度成分を求める速度成分計算手段と、時系列画像中の対象物体の速度成分を求める過程において得られるパラメータ空間を入力するパラメータ空間入力手段と、前記パラメータ空間入力手段により入力されたパラメータ空間から前記速度計算手段で得られた速度成分の信頼度を求める信頼度評価手段と、動き計測の対象の画像位置、時刻を中心とした近傍の画像範囲のサイズおよび時間範囲のサイズを変化させ、複数のサイズの注視範囲について、それぞれ前記速度成分計算手段により速度成分を計算させ、前記パラメータ空間入力手段、前記信頼度評価手段により速度の信頼度を計算させる制御手段と、前記制御手段により得られた、異なるサイズをもつ複数の注視範囲に対応する速度成分の信頼度の値に基づき、最適な注視範囲のサイズと、そのときの速度成分を自動的に選択し、出力する選択出力手段を有する。

【0013】速度成分計算手段は、例えばハフ変換を用いて時系列画像中の対象物体の速度成分を計測しており、ノイズやオクルージョンに対してロバストに対象物体の速度成分を計測することが可能となる。パラメータ空間入力手段はパラメータ空間を入力し、また、信頼度評価手段は、そのパラメータ空間から速度成分の信頼度を計算する。そのため、計測される速度成分の信頼度を定量化することが可能となる。また、制御手段は、時系列画像中の注視点を中心とした異なるサイズをもつ複数の注視範囲内の画像を抽出し、それぞれについて速度成分計算手段を用いて速度成分を測定し、信頼度評価手段を用い速度の信頼度を計算させている。そのため、開口問題を回避できるような最適な注視範囲のサイズを探索することが可能となる。さらに、選択出力手段は、信頼度評価手段によって計算された、複数のサイズの注視範囲について計算された速度成分の信頼度を用いることで最適な注視範囲のサイズを決定することができ、それに基づいて正確かつ安定な速度成分を選択することが可能となる。

【0014】なお、本発明は、ハフ変換（投票）を利用する速度計測方法以外にも、例えば、フレーム間の相互相関係数を用いたマッチングの方法など、速度などを表現するパラメータ空間が処理の過程で得られる方法も利用可能である。

【0015】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0016】図1は本発明の一実施形態の時系列画像速度計測装置の構成図、図2はその全体の処理を示すフローチャートである。

【0017】本実施形態の時系列速度計測装置は入力部100と処理部200と制御部300と選択出力部400で構成されている。

【0018】入力部100は時系列画像を外部から入力・記憶し、処理部200からの要求に応じて、処理部200に伝送する。処理部200は画像抽出部201と速度成分計算部202とパラメータ空間入力部203と信頼度評価部204と記憶部205で構成される。制御部300は処理部200の動作を制御する。選択出力部400は、処理部200の一連の処理により記憶部204に蓄積された速度成分の候補とそれらの信頼度を入力とし、出力する速度成分を決定し、その信頼度、画像範囲、時間範囲に関する情報とともにディスプレイ装置やファイル装置などへ出力する。

【0019】次に、各部の機能について詳しく説明する。

【0020】画像抽出部201は、入力部100から時系列画像を入力し（ステップ501）、時系列画像中の任意に注視点（ x_0 , y_0 , t_0 ）を中心とする近傍を制御部300から指示されたサイズの注視範囲をもつボ

リウムデータ $I(x, y, t)$ (時空間画像と呼ぶ) として抽出する。

【0021】速度成分計算部202は、画像抽出部201で抽出された時空間画像を入力とし、ハフ変換(投票)を用いて速度成分(速度の大きさと方向)を計算する(ステップ506)。

【0022】ここでは、一例として次の方法を示すが、他のハフ変換(投票)を用いる方法や、それ以外の方法も利用可能である。

【0023】この方法は、対象物体の移動により時空間中に生じる運動軌跡の中でも、対象物体の輪郭やエッジがつくる曲面状の運動軌跡に着目し、対象となる時空間

$$D(x, y, t) = \begin{cases} I(x, y, t+1) - I(x, y, t) & \text{if } I(x, y, t+1) - I(x, y, t) > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

すると、この時空間差分画像 $D(x, y, t)$ 中に対象物体の移動によって生じる曲面状の運動軌跡が構築できる。

【0026】次に、この曲面状の運動軌跡に接する接平面を3次元ハフ変換によって検出し、その分布を3次元平面を極座標表現したときのパラメータ空間 $S_p(\theta, \phi, \rho)$

$$x_i \cdot \cos\theta \cdot \sin\phi + y_i \cdot \sin\theta \cdot \sin\phi + t_i \cdot \cos\phi = \rho \quad (2)$$

$$0 \leq \theta < 2\pi \quad (3)$$

$$0 \leq \phi \leq \pi/2 \quad (4)$$

$$-\infty < \rho < \infty \quad (5)$$

のように表現することができる。ただし、 (θ, ϕ) は平面の法線方向、 ρ は原点から平面までの最短距離を表す。よって、パラメータ空間 S_p 中の投票値の分布がピークをなす場合、そのピークの座標が、時空間に含まれる運動軌跡の接平面を表す。

【0028】次に、この運動軌跡の接平面のパラメータ空間を、位置と時間に不変な動き情報に集約するために、接平面の法線方向のパラメータ空間 $S_N(\theta, \phi)$ へと投影する。その一例として、パラメータ空間 $S_p(\theta, \phi, \rho)$ 中の全ての (θ, ϕ) について、 ρ 方向に探索し、投票値の最大値を法線方向のパラメータ空間の値 $S_N(\theta, \phi)$ とする。

【0029】

【数3】

$$S_N(\theta, \phi) = \max_{\rho} S_p(\theta, \phi, \rho) \quad (6)$$

この処理の結果、法線方向のパラメータ空間 S_N の各座標 (θ, ϕ) の値は、時空間差分画像中の運動軌跡の接平面を法線方向毎にみたときの接平面の強度分布に対応する値が格納される。

【0030】さらに、法線のパラメータ空間 $S_N(\theta, \phi)$ を入力とし、時空間差分画像中の運動軌跡に接する接平面の交線の方角を検出するために2回目のハフ変換を行い、交線のパラメータ空間 $S_L(\alpha, \beta)$ を求め、その空間において最大値をもつピークの座標 (α_p, β_p)

中において、その運動軌跡に接する複数の接平面がつくる交線の傾きから対象物体の速度成分を求めるという原理を用いており、2段階のハフ変換により、それぞれ運動軌跡の接平面の検出と、検出された接平面の組み合わせがつくる交線の検出をそれぞれ行う。

【0024】まず、画像抽出部201で抽出された時空間画像 $I(x, y, t)$ のフレーム間の差分を計算し、その正值のみを用いた時空間差分画像 $D(x, y, t)$ を計算する。

【0025】

【数1】

ϕ, ρ の関数として3次元配列上に記憶させる。3次元空間中の点 (x_i, y_i, t_i) を通る平面は3つのパラメータ (θ, ϕ, ρ) を用いて

【0027】

【数2】

p) から、入力された画像中の対象物体の速度成分の方角を α_p 、速度の大きさを

【0031】

【数4】

$$v = \frac{1}{\tan\alpha_p} \quad (7)$$

から求める。

【0032】この2回目のハフ変換のために、まず、求めるべき接平面の交線の方角を一種の極座標表示 α, β を用いて、

【0033】

【数5】

$$l_x = x_2 - x_1 = \cos\alpha \cos\beta \quad (8)$$

$$l_y = y_2 - y_1 = \sin\alpha \cos\beta \quad (9)$$

$$l_t = t_2 - t_1 = \sin\beta \quad (10)$$

と表す。ただし、 (l_x, l_y, l_t) は、交線の方角の (x, y, t) 成分であり、交線上にある異なる2点を $P_1(x_1, y_1, t_1)$ 、 $P_2(x_2, y_2, t_2)$ とする。

【0034】すると、法線のパラメータ空間 $S_N(\theta, \phi)$ と交線のパラメータ空間 $S_L(\alpha, \beta)$ の間の関係を、2つの点 P_1, P_2 について式(2)を連立して解き、式(8)～(10)を代入することで、

【0035】

【数6】

$$\beta = -\tan^{-1}\{\tan\phi \cdot \cos(\alpha - \theta)\} \quad \text{---- (11)}$$

のように得る。

【0036】2つの接平面は法線のパラメータ空間中の2点として表され、各々の点を交線のパラメータ空間に変換すると、式(11)で表される曲線になり、その交線として、接平面の交線の方向が得られる。

【0037】ここでは、法線のパラメータ空間中 S_N の全ての点について、式(11)の曲線のパラメータ空間 S_L に投票するというハフ変換を実行することで、対象物体の速度成分を表現するパラメータ空間 S_L が求められる。

【0038】パラメータ空間入力部203は、速度成分計算部202においてハフ変換により得られたパラメータ空間を入力する(ステップ507)。

【0039】例として、速度成分計算部202で得られたパラメータ空間 $S_L(\alpha, \beta)$ が利用できる。パラメータ空間 S_L は、対象物体の速度を表現するパラメータ空間であり、 α は対象物体の移動方向に対応し、 β は移動速度に対応するパラメータである。

$$\sigma^2 = \sigma_\alpha^2 + \sigma_\beta^2 \quad \text{---- (12)}$$

$$\sigma_\alpha^2 = \frac{\sum_{\alpha, \beta \in R_p} \{S_L(\alpha, \beta) - C\} \cdot (\alpha - \alpha_p)^2}{\sum_{\alpha, \beta \in R_p} \{S_L(\alpha, \beta) - C\}} \quad \text{---- (13)}$$

$$\sigma_\beta^2 = \frac{\sum_{\alpha, \beta \in R_p} \{S_L(\alpha, \beta) - C\} \cdot \{(V(\beta) - V(\beta_p)) / (\Delta\beta \cdot V'(\beta_p))\}^2}{\sum_{\alpha, \beta \in R_p} \{S_L(\alpha, \beta) - C\}} \quad \text{---- (14)}$$

$$C = \gamma(\max S_L - \min S_L) + \min S_L \quad \text{---- (15)}$$

$$V(\beta) = \frac{1}{\tan\beta} \quad \text{---- (16)}$$

$$V'(\beta) = \frac{d}{d\beta} \frac{1}{\tan\beta} = -\frac{1}{\sin^2\beta} \quad \text{---- (17)}$$

ただし、 $V(\beta)$ は速度を表す β の関数であり、パラメータ空間 S_L は β 方向に $\Delta\beta$ の間隔で均等に離散化されている。よって、速度の大きさ v と β の間には式(16)の関係があり、パラメータ S_L を表す配列の一つ一つの要素(セルと呼ぶ)に含まれる速度の範囲は β の値によって変わる。速度成分の信頼性の尺度として、速度の大きさに関する分散を考慮するために、式(14)の β 軸方向の分散値

【0044】

【外1】

$$\sigma_\beta^2$$

の計算において、図3(b), (c)のように、ピークからの距離 $\beta - \beta_p$ を速度のスケールに変換し、ピークとの速度の差 $V - V_p$ として表現する。また、図3(d), (e)のように S_L 中のピークの位置(α_p, β_p)でのセルが含む速度の幅 ΔV を近似として求め、この幅でピークとの速度差を正規化している。

【0045】信頼度は分散 σ^2 の大きさを表され、分散値 σ^2 が小さいとき、信頼度は高く、逆に、分散値 σ^2 が大ききときには、信頼度が低いことを意味する。

【0046】記憶部205は、画像抽出部201で抽出

【0040】信頼度評価部204は、パラメータ空間入力部204で入力されたパラメータ空間から対象物体の速度成分の信頼度を計算する(ステップ508)。

【0041】ここでは、交線のパラメータ空間 $S_L(\alpha, \beta)$ 中において、速度成分計算部202で速度成分の決定に用いたピーク(α_p, β_p)を用いた例を説明する。

【0042】パラメータ空間 $S_L(\alpha, \beta)$ 中でのピークは計測される速度成分の不確実性が反映しているため、このピークの広がり分散値として定量化することで信頼度が計算できる。その具体的な方法としては、図3(a)に示すように、パラメータ空間 S_L 中の投票値の最小値 $\min S_L$ から最大値 $\max S_L$ までの範囲を $0 \sim 1$ と考えたとき、比率 γ (ただし、 $0 < \gamma < 1$)以上の値をもつピークの近傍の領域 R_p について、ピーク点 $S_L(\alpha_p, \beta_p)$ まわりの分散 σ^2 を α 軸方向、 β 軸方向それぞれの分散の和として次のように計算する。

【0043】

【数7】

された注視範囲のサイズと、速度成分計算部202で得られた対象物体の速度成分と、信頼度評価部204で得られた信頼度を記憶する。

【0047】制御部300は、動き計測の対象となる時系列画像中の注視点を中心とした複数のサイズをもつ注視範囲の近傍を抽出し、ハフ変換を用いた本時系列画像動き計測装置を稼働させ、時系列画像中の対象物体の速度成分とともに、速度成分計算部202、パラメータ空間入力部204により速度の信頼度を計算するための処理を行う。

【0048】まず、時系列画像において注視点(x_0, y_0, t_0)を指定し(ステップ502)、その近傍の注視範囲のサイズの初期値 $M_0 \times N_0, T_0$ と終了値 $M_e \times N_e, T_e$ と増分 $\Delta M, \Delta N, \Delta T$ を与える(ステップ503)。次に、初期値として注視範囲のサイズを設定して(ステップ504)、時空間画像を画像抽出部201において抽出し(ステップ505)、速度成分計算部202で、入力された注視範囲内の対象物体の速度成分を計算し(ステップ506)、パラメータ空間入力部203を通じて信頼評価部204において、その速度成分の信頼度を計算し、記憶部205に、これらの注視

範囲のサイズの情報、速度成分、信頼度を記憶させるステップ507、508)。この処理部200での一通りの流れを、設定された増分で注視範囲を拡大させながら(ステップ509)、それぞれの注視範囲について終了値まで実行する(ステップ510)。

【0049】出力選択部400は、制御部300において複数のサイズの注視範囲について処理を行った後、各サイズでの信頼度に基づき出力する速度を決定する(ステップ511)。

【0050】その一例として、最も信頼度の高い、信頼度評価部204での例でいうと、最も小さい分散値 σ^2 を示すサイズを最適なサイズとして決定し、そのとき計算された速度成分を選択し、出力するという方法が利用できる。

【0051】次に、図4に示す画像のある一部分を対象に本実施形態を実施した例を説明する。この例では対象の速度成分は既知で、左から右の方向をもつ、注視範囲の初期値を、それぞれ 10×10 ピクセル、10フレームとし、終了値をそれぞれ 25×25 ピクセル、25フレームとした。図4(a)、(b)に示すように4つのサイズについて、ハフ変換による速度計測を実行し、その結果として得られたパラメータ空間を図4(c)に示し、信頼度評価部204でピークまわりの分散値として速度成分の信頼度を計算した結果を図4(d)に示す。ハフ変換によって得られた速度成分における角度の誤差の絶対値を図4(e)に示す。このように4つのサイズについて処理を実行した結果、出力選択部400は、この実施形態では最適な注視範囲のサイズを 25×25 ピクセル、25フレームと判断し、そのときに得られた速度成分を出力する。

【0052】図4中の 10×10 ピクセルの場合では、注視範囲が狭く、直線的なエッジしか含まれないため開口問題(aperture problem)が生じ、正しい速度成分が得られない。しかし、注視範囲を大きくしていくにしたがって、注視範囲内に様々な方向のエッジが含まれるようになるため、速度成分が次第に確実に求められるよう

になる。この様子は、図4(c)のパラメータ空間中のピークの鋭さや図5(d)の分散値の推移からもわかる。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、時系列画像を入力し、速度の計測の対象となる画像位置、時刻(注視点)を中心とする複数のサイズの近傍(注視範囲)について速度成分を計測し、パラメータ空間から速度成分の信頼度を求めているので、各々のサイズの近傍における速度成分の信頼度に基づいて、開口問題(aperture problem)などを回避できるような、最適な注視範囲と速度成分を自動的に選択することができるという効果があり、開口問題を回避した安定かつ正確な時系列画像速度計測方法および装置を提供できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の時系列画像速度計測装置の構成図である。

【図2】図1の装置の全体の処理の流れ図である。

【図3】図1の装置で用いた速度成分の信頼度の計算方法を説明するための図である。

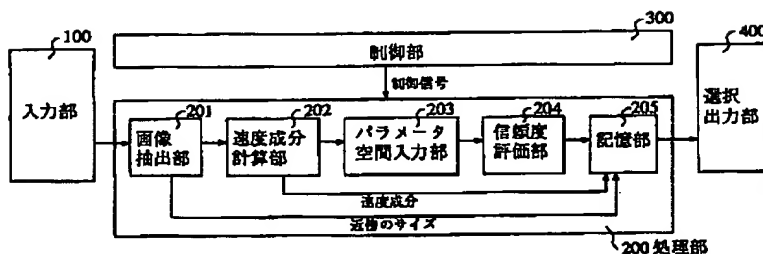
【図4】画像の部分を対象に本実施形態を実施した例を示す図である。

【図5】開口問題を説明する図である。

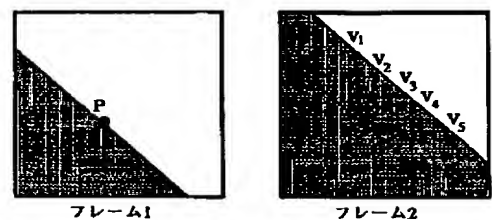
【符号の説明】

100	入力部
200	処理部
201	画像抽出部
202	速度成分計算部
203	パラメータ空間入力部
204	信頼度評価部
205	記憶部
300	制御部
400	選択出力部
501～511	ステップ

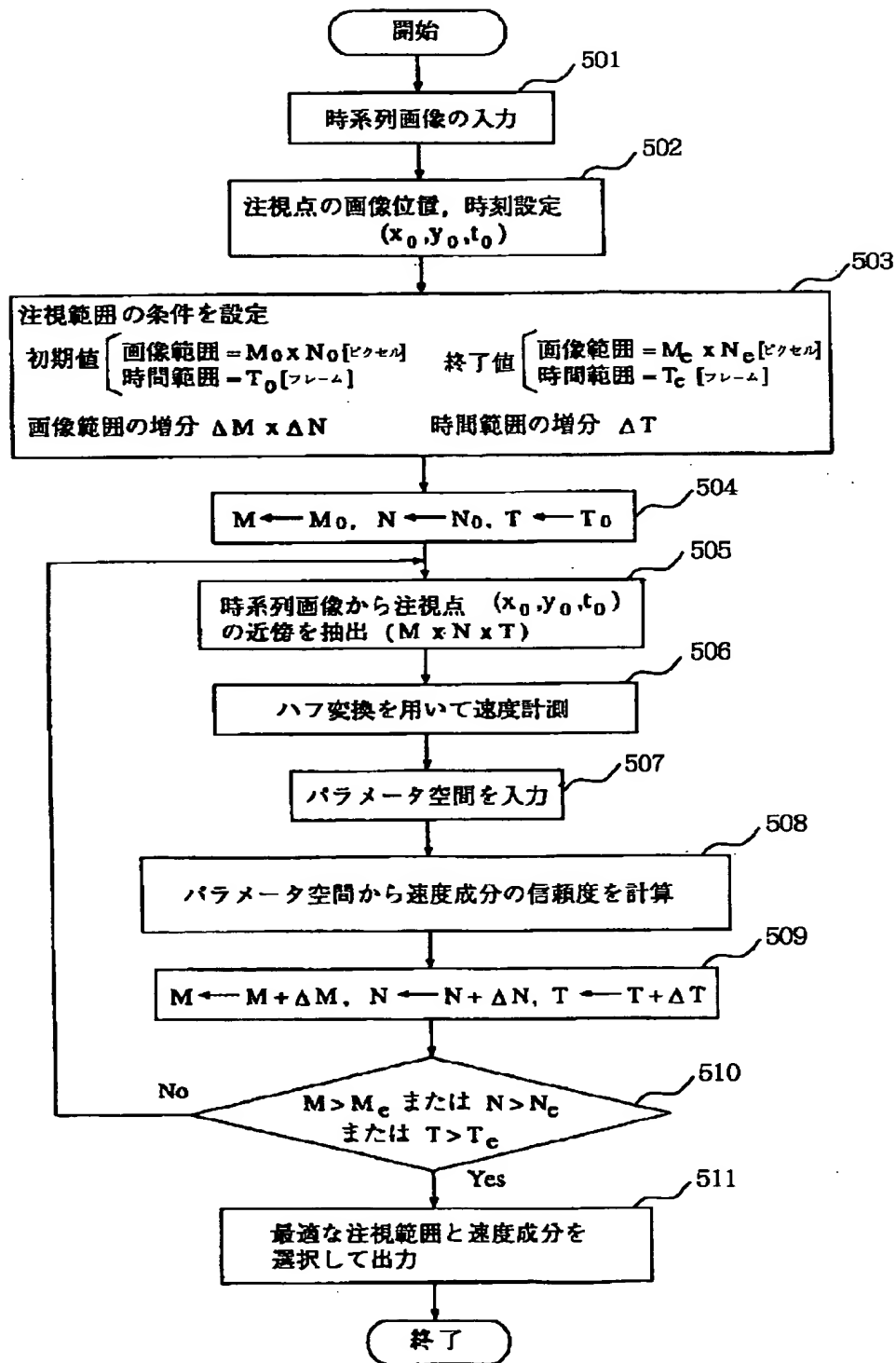
【図1】



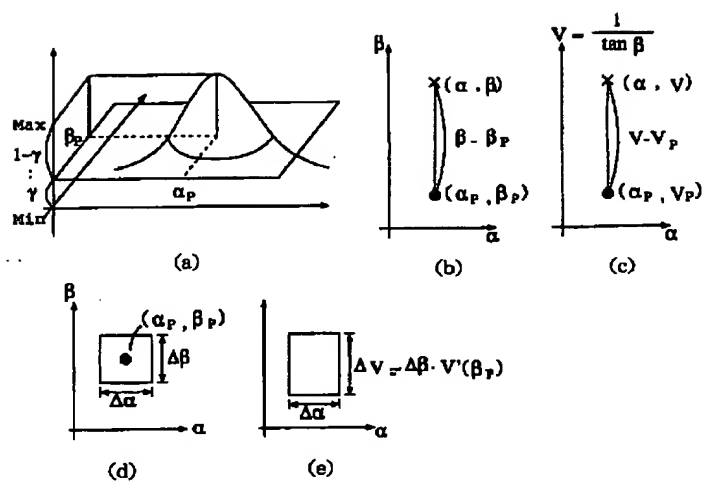
【図5】





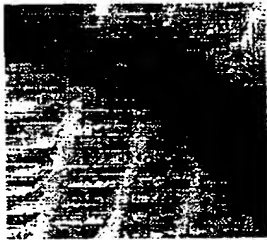
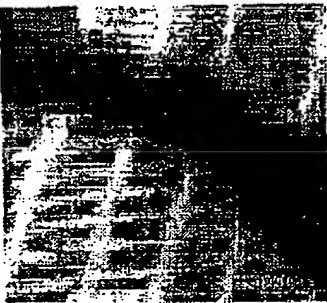
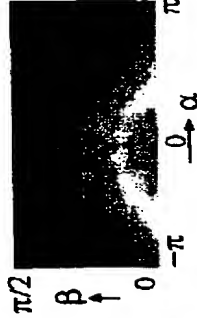
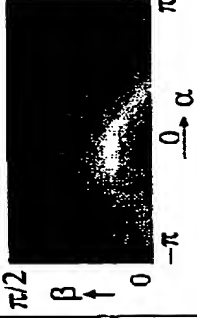


【図2】



【図 3】



【図 4】

(a) 注視範囲	10 x 10 ピクセル 10 フレーム	15 x 15 ピクセル 15 フレーム	20 x 20 ピクセル 20 フレーム	25 x 25 ピクセル 25 フレーム
(b) 画像				
(c) 入力された パラメータ 空間				
(d) ドーナツまわ りの分散値	780.0	88.3	22.8	10.3
(e) 角度誤差	34.0[deg]	32.0[deg]	4.0[deg]	2.0[deg]

↑
選択